

# ELECTROLYTIC PROCESSING APPARATUS AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

## 発明の背景

### 発明の技術分野

本発明は、電解処理装置及び基板処理装置に係り、特に半導体基板に形成された配線用凹部（配線パターン）の内部に銅等の金属（配線材料）を埋込んで配線を形成する電解めっき装置に使用される電解処理装置、及び湿式エッチング装置や湿式洗浄装置等の湿式プロセス全般に使用される基板処理装置に関する。本発明の基板処理装置は、例えば水中でレーザ光を収束させて露光することで解像度を高めるようにした、いわゆる液浸タイプの露光装置にも使用される。

また、本発明は、めっき方法及びめっき装置に係り、特に、半導体ウェーハ、プリント配線基板またはCSP (Chip Size Package) 基板等の基板の表面に形成された配線用凹部（配線パターン）の内部に銅等の金属（配線材料）を埋込んで配線を形成するのに使用されるめっき方法及びめっき装置に関する。

### 関連技術の記載

近年、半導体ウェーハやプリント配線基板等の基板上に配線回路を形成するための金属材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹部の内部に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、CVD、スパッタリング及びめっきといった手法があるが、いずれにしても、基板のほぼ全表面に銅を成膜して、化学的機械的研磨（CMP）により不要の銅を除去するようにしている。

図38A乃至38Cは、この種の銅配線基板Wの製造例を工程順に示す。先ず、図38Aに示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上にSiO<sub>2</sub>からなる酸化膜2を堆積し、リソグラフィ・エッチン

グ技術によりビアホール 3 やトレンチ 4 からなる配線用凹部を形成し、その上に TaN 等からなるバリア層 5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層 7 を形成する。

そして、図 3 8 B に示すように、基板 W の表面に銅めっきを施すことで、半導体基材 1 のビアホール 3 及びトレンチ 4 の内部に銅を充填するとともに、酸化膜 2 上に銅膜 6 を堆積する。その後、化学的機械的研磨 (CMP) により、酸化膜 2 上の銅膜 6 及びバリア層 5 を除去して、ビアホール 3 及びトレンチ 4 内に充填させた銅膜 6 の表面と酸化膜 2 の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図 3 8 C に示すように銅膜 6 からなる配線が形成される。

一般に、半導体装置の製造に際しては、前述の電解めっきを含め、例えば基板の表面に成膜乃至付着した不要な金属膜を、エッチング液を用いて除去する湿式エッチングや、基板の表面に付着したパーティクル等を純水や薬液を用いて除去する湿式洗浄等の種々の湿式プロセスが行われる。

更に、屈折率が空気よりも 1.44 倍高い水中で光を結像させることによって、空气中で露光した場合よりも開口数 NA を大きくして解像度を高めるようにした、いわゆる液浸タイプの露光装置の開発が進められている。

ところで、LSI 用の半導体ウェーハや液晶基板は、年々大面積となる傾向にあり、これに伴って、基板の表面に電解めっきによってめっき膜を形成するにあたって、めっき膜の膜厚のバラツキが問題となってきた。つまり、基板に陰極電位を与えるために、基板に予め形成したシード層等の導電体層の周縁部に電極との接点を設けているが、基板の面積が大きくなると、基板の周辺の接点から基板中央までの導電体層の電気抵抗が大きくなり、基板面内で電位差が生じてめっき速度に差が出て、めっき膜の膜厚のバラツキに繋がってしまう。

つまり、基板表面に電解めっきを施すには、基板の表面にシード層等の導電体層を形成し、基板の外周近傍の導電体層を該導電体層に陰極電位を与えるための接点に接触させ、一方基板に対向する位置にアノードを設置してアノードとカソードとなる基板との間にめっき液を満たし、アノードと基板(カソード)間にめっき電流を流すことで基板の導電体層上にめっきを行うので

あるが、大面積の基板の場合、基板の外周近傍の接点から基板中央までの導電体層の電気抵抗が大きくなり、基板面内で電位差が生じ、ひいては各部のめっき速度に差が生じてしまう。

これを防止するため、基板とアノードとの間に、例えばめっき液を保持する保水性材料からなるめっき液含浸材を配置し、このめっき液含浸材に保持されるめっき液によって、基板とアノードとの間のめっき液による抵抗値を上げることで、基板被処理面の全面に亘る電界分布をより均一にするようにしたものが提案されている。しかしながら、この種のめっき装置にあっては、例えばめっき液含浸材の内部を延びるめっき液導入チューブの存在等によって、局部的に電界の乱れが生じ易く、この局部的な電界の乱れを是正したり、新鮮で組成が調整されためっき液を基板表面に供給したりすることが一般に困難である。

また、表面（被処理面）を下向きにして基板を保持し、この表面（下面）にめっきを行うようにした、いわゆるフェースダウン方式を採用した電解めっき装置は、一般に基板の中央部に向けて流れるめっき液の噴流（上昇流）を形成し、この噴流に乗っためっき液が基板の中央部に衝突し、しかる後、基板の表面に沿って該基板の直径方向の外方に向けて流れることで、基板の表面にめっきを行うようにしている。このため、この基板の表面に沿って流れるめっき液の流速が、基板の中央部と周縁部で異なり、特に大面積の基板にあっては、この速度差が大きくなって、これによっても、めっき性能に差異が生じて、めっき膜の膜厚のバラツキに繋がってしまう。しかも、噴流には、めっき浴内に存在する泡が巻き込まれることが多く、問題となっていた。

一方、湿式プロセス、例えば、エッチング液中に基板を浸漬させて基板表面のエッチングを行う浸漬式エッチング等の液浸プロセスにあっては、表面（被処理面）を上向きにして基板を保持し、この表面（上面）にエッチング液を供給し保持してエッチングを行うようにした、いわゆるフェースアップ方式を採用したエッチング等のプロセスを行うことが一般に困難で、基板は、一般に表面を上向きにして保持・搬送されて各種処理が施されるため、浸漬式エッチング等の液浸プロセスを行う際には、基板を一々180°反転させ

る必要があった。

更に、前述の液浸タイプの露光装置にあっても、例えば光学系を劣化させる気泡を水中に生じさせないようにした状態で露光することが望まれており、このための処置が一般に困難であった。

前述の銅配線、例えば、実装レベルの銅配線にあつては、基板の表面に、開口幅または開口径が数十 $\mu\text{m}$ で、アスペクトが1以上のトレンチやビアホールからなる配線用凹部が形成され、この配線用凹部（トレンチやビアホール）の内部に銅が埋込まれる。このため、配線形成の生産効率を高めるためには、銅めっきによって、開口幅または開口径が数十 $\mu\text{m}$ で、アスペクトが1以上の配線用凹部の内部に銅を高速かつ確実に埋込むことが要求される。

従来の一般的なめっき装置は、導電体層で被覆された配線用凹部を表面に有する基板の該表面とアノードとを互いに対面させて配置し、基板とアノードとの間をめっき液で満たした後、基板とアノードとの間に電圧を印加して、導電体層の表面にめっき膜を成膜するようにしていた。この基板とアノードとの間に満たされためっき液は、めっき処理中、全く流れを有さないか、殆ど流れを有さない静的な状態に置かれている。

しかしながら、従来の一般的なめっき装置を使用した銅めっきで、基板の表面に設けた、例えば開口幅または開口径が数十 $\mu\text{m}$ で、アスペクト比が1以上の配線用凹部の内部に銅をより高速（例えば、従来の倍の速度）で埋込もうとすると、配線用凹部の開口端部（入口）に電界が集中し銅が優先的に析出して、配線用凹部の内部に銅が完全に埋込まれる前に配線用凹部の入口を塞ぎ、このため、配線用凹部の内部に埋込まれた銅（めっき膜）の内部にボイドが発生してしまう。

従って、内部にボイドを発生させることなく、配線用凹部の内部にめっきで銅を確実に埋込むためには、めっき速度に一定の限界があつて、せいぜい数百 $\text{nm}/\text{min}$ 程度のめっき速度でしか銅の埋込みを行うことができないのが現状であった。このため、より高速で、内部にボイドを生じることなく、銅の埋込みを行うことができるようにしためっき技術の開発が強く望まれていた。この要求は、配線用凹部のアスペクト比が今後益々大きくなるにつれ

て、益々大きくなると考えられる。

### 発明の要旨

本発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、特に大面積の基板であっても、基板被処理面の全面に亘る電界分布をより均一にしたり、基板の被処理面に沿って流れるめっき液の該被処理面全面に亘る流速をより均一に制御したりして、例えば電解めっき装置にあっては、めっき膜の膜厚の面内均一性をより高めることができるようにした電解処理装置、及び表面を上向きにして保持した基板の表面に、純水や薬液等の液体（処理液）を均一に、しかも泡の混入なしに供給して保持できるようにした基板処理装置を提供することを第1の目的とする。

本発明は、基板の表面に形成した、例えば開口幅または開口径が数十 $\mu\text{m}$ で、アスペクト比が1以上の配線用凹部の内部に、銅等の金属を、内部にボイドを発生させることなく、より高速で埋込むことができるようにしためっき方法及びめっき装置を提供することを第2の目的とする。

本発明の電解処理装置は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極との間に配置される高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液を注入する電解液注入部と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に電圧を印加する電源を有することを特徴とする。

このように、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体が対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液を注入することにより、高抵抗構造体の内部に、絶縁体からなる電解液供給チューブ等の電界分布を乱す要因となるものを設ける必要をなくして、特に大面積の基板であっても、基板被処理面の全面に亘る電界分布をより均一にするとともに、電解液を注入する際に、高抵抗構造体で保持した電解液が高抵抗構造体から漏れてしまうことを防止

して、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体が対向する領域内に新鮮で組成が調整された電解液を供給することができる。

本発明の好ましい一態様は、前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部は、前記電極ホルダを貫通して設けられている。

本発明の好ましい一態様は、前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部は、前記電極ホルダの側方に配置されている。

前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域に向けて空気を噴出する空気噴出部を更に有することが好ましい。

これにより、電解液注入部から電解液を注入する際に、この注入液（電解液）の両側に向けて空気を吹き付けて電解液の回り込みを防止することで、電解液同士の混合による泡立ちを防止することができる。

前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域内を吸引する空気吸引部を更に有することが好ましい。

これにより、電解液注入部から電解液を注入する際に、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体とが対向する領域内を吸引することで、電解液の拡がりを助長することができる。

本発明の好ましい一態様は、前記高抵抗構造体は、上下動かつ傾動自在に構成され、前記高抵抗構造体を傾斜させ前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体とが最も近接する側から該基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体とが対向する領域に電解液を注入しつつ該高抵抗構造体を下降させながら水平状態に戻すことを特徴とする。

これにより、高抵抗構造体を水平に戻すに従って、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体とが対向する領域に位置する空気を電解液によって一方向に徐々に押し出しながら、該領域に電解液を供給することで、気泡の抜けを良くすることができる。

本発明の好ましい一態様は、前記高抵抗構造体は、水平に保持されて上下動自在に構成され、前記基板保持部で水平保持した基板と前記高抵抗構造体

とが対向する領域に電解液を注入しつつ該高抵抗構造体を下降させることを特徴とする。

本発明の他の電解処理装置は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を注入する電解液注入部と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に電圧を印加する電源を有することを特徴とする。

このように、基板保持部で保持した基板と第2の電極（例えばアノード）で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を注入することで、この表面に沿って新鮮で組成が調整された電解液を供給することができる。

前記電解液注入部から注入される電解液中の溶存気体を除去する脱気装置を有することが好ましい。

これにより、電解液中の溶存気体が電解液の注入に伴って気泡となって電解液中に混入し、電解液中に残ってしまうことを防止することができる。

前記電解液注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることが好ましい。

電解処理時に電解液の液張りを行う電解処理装置にあっては、電解液の液張り時に反応が起こり、この反応による影響によって、例えばめっき膜の埋込みが不能となったり、めっき膜の特性が部分的に変化したりすることを防止するためには、電解液を0.1～10m/secの線速度で注入し、例えば300mmのウェーハにあっては、5秒以内に液張り完了することが望ましい。電解液注入部として、このような要求を満たすような任意の形状のものを使用することができる。

前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の内部に多孔質材料が充填されていることが好ましい。

例えば、1本の集合管から複数に分岐した分岐管を使用し、この集合管及び各分岐管を通して電解液を注入するようにした場合、1つの分岐管内に空気が入り込むと、配管内の圧力バランスが崩れ、配管内の電解液が一度に落

ちてしまうことがある。このような場合に、逆止弁または多孔質材料を介して、各分岐管内に常に電解液を保持するようにすることで、このような弊害を防止して、常に一定量の電解液を供給するようにすることができる。

前記電解液注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることが好ましい。

これにより、電解液注入部の位置と本数を任意に調整して、基板の表面（被処理面）に沿って流れる電解液の流速の該表面全面に亘る制御を容易になすとともに、液張り時間を短縮し、更に、気泡の抜けを良くすることができる。

前記電解液注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていてもよい。

これにより、液張り時間の更なる短縮を図ることができる。この場合、空気は、電解液の流れと直交する方向に押し出されて外部に排出される。

本発明の好ましい一態様は、前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記電解液注入部から電解液を注入することを特徴とする。

これにより、電解液の注入に伴って押し出される空気を、基板の回転に伴う遠心力で基板の外周に向けて移動させて、気泡の抜けを良くすることができる。

前記電解液注入部に、タイミングをずらして電解液を送液する複数台の送液ポンプを有するようにしたもよい。

前記電解液注入部から電解液を  $0.1 \sim 10 \text{ m/sec}$  の線速度で注入し、5秒以内に液張りを完了することが好ましい。

本発明の更に他の電解処理装置は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極との間に配置される高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体に対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液注入部で電解液を注入し該領域内に注入した電解液を前記高抵抗構造体の側方から電解液吸引部で



吸引して循環させる電解液循環系と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加する電源を有することを特徴とする。

これにより、高抵抗構造体の内部に、絶縁体からなる電解液供給チューブ等の電界分布を乱す要因となるものを設ける必要をなくすとともに、電解液を注入する際に、高抵抗構造体で保持した電解液が高抵抗構造体から漏れてしまうことを防止することができる。更に、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体で挟まれた領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液を注入して循環させ、基板と高抵抗構造体との間を常に電解液が流れるようにすることで、例えば電解めっきを行うときに、めっき液の流れが止まってめっき膜が成膜されないことによるめっき欠陥の発生を防止し、しかも基板を必要に応じて回転させることで、基板の中心部と周縁部をめっき液がより均一な速度で流れるようにすることができる。

本発明の好ましい一態様は、前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、前記電極ホルダを貫通して設けられていることを特徴とする。

本発明の好ましい一態様は、前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、前記電極ホルダの側方に配置されていることを特徴とする。

本発明の更に他の電解処理装置は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被処理面に通電させる第 1 の電極と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第 2 の電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記第 2 の電極で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を電解液注入部で注入し該領域内に注入した電解液を基板の側方から電解液吸引部で吸引して循環させる電解液循環系と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加する電源を有することを特徴とする。

このように、基板保持部で保持した基板と第 2 の電極（例えばアノード）で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を注入して循環させ、基板と第 2 の電極（例えばアノード）との間を常に電解液が流れるようにすることで、

例えば電解めっきを行うときに、めっき液の流れが止まってめっき膜が成膜されないことによるめっき欠陥の発生を防止し、しかも基板を必要に応じて回転させることで、基板の中心部と周縁部をめっき液がより均一な速度で流れるようにすることができる。

前記電解液循環系には、循環する電解液中の溶存気体を除去する脱気装置が設けられていることが好ましい。

前記電解液注入部及び／または電解液吸引部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることが好ましい。

前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の内部に多孔質材料が充填されていることが好ましい。

前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、例えば、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられている。

前記電解液注入部と前記電解液吸引部は、例えば前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられている。

これにより、基板保持部で保持した基板と第2の電極（例えばアノード）で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を注入し、該領域内を電解液が一方向に流れるようにして、順次循環させることができる。

本発明の基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部と、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に向けて空気を噴出する空気噴出部及び／または該領域内を吸引する空気吸引部を有することを特徴とする。

このように、基板保持部で保持した基板と部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入することにより、表面を上向きにして基板を保持した状態であっても、基板と部材との間に、純水や薬液等の液体を均一、かつ泡の混入なしに供給し保持して、例えばエッチングや洗浄等の湿式プロセス、或いは液浸タイプの露光等の基板処理を行うことができる。しかも、液体注

入部から液体を注入する際に、この注入液（液体）の両側に向けて空気を吹き付けて液体の回り込みを防止することで、液体同士の混合による泡立ちを防止したり、基板保持部で保持した基板と部材が対向する領域内を吸引することで、液体の拡がりを助長したりすることができる。

本発明の他の基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部とを有し、前記部材は、上下動かつ傾動自在に構成され、前記部材を傾斜させ前記基板保持部で保持した基板と前記部材とが最も近接する側から該基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に液体を注入しつつ該部材を下降させながら水平状態に戻すことを特徴とする。

これにより、部材を水平に戻すに従って、基板保持部で保持した基板と部材が対向する領域に位置する空気を液体によって一方向に徐々に押し出ししながら、該領域に液体を供給することで、気泡の抜けを更に良くすることができる。

本発明の更に他の基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部とを有し、前記部材は上下動自在に構成され、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に液体を注入しつつ該部材を下降させることを特徴とする。

本発明の更に他の基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、逆止弁を設置するか、または前記液体注入部の内部に多孔質材料が充填され、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部を有することを特徴とする。

例えば、1本の集合管から複数に分岐した分岐管を使用し、この集合管及

び各分岐管を通して液体を注入するようにした場合、1つの分岐管内に空気が入り込むと、配管内の圧力バランスが崩れ、配管内の液体が一度に落ちてしまうことがある。このような場合に、逆止弁または多孔質材料を介して、各分岐管内に常に液体を保持するようにすることで、このような弊害を防止して、常に一定量の液体を供給するようにすることができる。

本発明の好ましい態様は、前記部材を保持する部材ホルダを有し、前記液体注入部は、前記部材ホルダを貫通して設けられているか、または前記部材ホルダの側方に配置されていることを特徴とする。

本発明の更に他の基板処理装置は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に、該部材の側方から液体注入部を通して液体を注入し該部材の側方から液体吸引部を通して吸引して循環させる液体循環系を有することを特徴とする。

このように、基板保持部で保持した基板と部材で挟まれた領域内に該基板の側方から液体を注入して循環させ、基板と部材との間を常に液体が流れるようにすることで、基板と部材で挟まれた領域内に常に新鮮で組成が調整された液体を供給し、しかも基板を必要に応じて回転させることで、基板の中心部と周縁部をめっき液がより均一な速度で流れるようにすることができる。

本発明のめっき方法は、導電体層で被覆された配線用凹部を表面に有する基板の該表面とアノードとを互いに対面させて配置し、前記基板と前記アノードとの間を、基板表面の全面に亘って一様な高速流れを有するめっき液で満たし、前記基板と前記アノードとの間に電圧を印加して前記導電体層の表面にめっき膜を成膜することを特徴とする。

このように、基板とアノードとの間を、基板表面の全面に亘って一様な高速流れを有するめっき液で満たしつつ、めっきによる埋込みを行うことで、配線用凹部（トレンチやビアホール）の開口端部（入口）の電解集中を高速なめっき液の流れで緩和することができる。従って、めっき液の組成やめっき条件によりめっき速度を上げることで、より高速での配線用凹部内へのめ

つきによる銅等のボイドのない埋込みが可能となる。

前記めっき液の高速流れの流速は、好ましくは、 $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ である。

このように、めっき液の高速流れの流速を、 $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ とすることで、配線用凹部の開口端部（入口）の電解集中を、めっき液の高速流れで緩和することができる。このめっき液の高速流れの流速は、 $1 \sim 10 \text{ m/sec}$ 程度であることが好ましく、 $8 \sim 10 \text{ m/sec}$ 程度であることが更に好ましい。

前記基板と前記アノードの間隔は、互いに接触することなく、かつ  $10 \text{ mm}$  以下であることが好ましい。

このように、基板とアノードの間隔を、互いに接触することなく、 $10 \text{ mm}$  以下にすることで、基板とアノードとの間に、例えば流速が  $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$  の、基板表面の全面に亘って一様なめっき液の高速流れを容易に実現することができる。

本発明の好ましい一態様は、前記基板と前記アノードとの間に、高抵抗構造体が設けられていることを特徴とする。

これにより、高抵抗構造体の内部にめっき液を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせて、高抵抗構造体に大きな抵抗を発生させることで、導電体層の抵抗の影響を無視できる程度となし、基板の表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくして、めっき膜の面内均一性を向上させることができる。

前記基板と前記高抵抗構造体の距離は、互いに接触することなく、かつ  $10 \text{ mm}$  以下であることが好ましい。

前記導電体層と前記アノードとの間に、電流値が  $10 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$  の電圧を印加することが好ましい。

このように、導電体層とアノードとの間に高い電流値の電圧を印加することで、めっき速度を高めることができる。この電流値は、 $20 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$  であることが好ましく、 $40 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$  であることが更に好ましい。

前記配線用凹部は、例えば開口幅または開口径が $10\mu\text{m}$ 以上で、アスペクト比が1以上のトレンチ及び／またはビアホールからなる。

本発明のめっき装置は、導電体層で被覆された配線パターンを表面に有する基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部で保持した基板の導電体層に接触して通電させるカソードを備えたカソード部と、前記基板保持部で保持した基板の表面と互いに対面した位置に配置されるアノードと、前記アノードと前記基板保持部で保持した基板の表面との間にめっき液を注入しつつ排出して、基板表面の全面に亘るめっき液の様な高速流れを形成するめっき液流形成部と、前記カソードと前記アノードとの間に電圧を印加する電源とを備えたことを特徴とする。

前記めっき液形成部には、前記アノードと前記基板保持部で保持した基板の表面との間に注入するめっき液の流量を制御する流量制御部が設けられていることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置を備えた基板処理システムの全体を示す平面図である。

図2は、図1に示す電解めっき装置（電解処理装置）の平面図である。

図3は、図1に示す電解めっき装置の基板保持部及び電極部の拡大断面図である。

図4は、図1に示す電解めっき装置のプレコート・回収アームを示す正面図である。

図5は、図1に示す電解めっき装置の基板保持部の平面図である。

図6は、図5のB-B線断面図である。

図7は、図5のC-C線断面図である。

図8は、図1に示す電解めっき装置の電極部の平面図である。

図9は、図8のD-D線断面図である。

図10は、図1に示す電解めっき装置の電極アーム部の平面図である。

図11は、図1に示す電解めっき装置の電極ヘッド及び基板保持部を概略

的に示す電解めっき時における断面図である。

図 1 2 は、図 1 に示す電解めっき装置におけるめっき処理時の基板とシール材と電解液注入部（液体注入部）との位置関係を示す図である。

図 1 3 A 及び図 1 3 B は、電極ヘッドのそれぞれ異なる変形例を示す図である。

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる他の例を示す図である。

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる更に他の例を示す図である。

図 1 6 A 乃至図 1 6 C は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる更に他の例を示す図である。

図 1 7 A 乃至図 1 7 C は、電解処理時の基板とシール材と電解液注入部（液体注入部）との位置関係のそれぞれ異なる他の例を示す図である。

図 1 8 A は、電解液注入部（液体注入部）の更に他の例を示し、図 1 8 B は、図 1 8 A の電解液（液体）吐出のタイミングの説明に付する図である。

図 1 9 A 乃至図 1 9 C は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる更に他の例を示す図である。

図 2 0 A 及び図 2 0 B は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる更に他の例を示す図である。

図 2 1 は、電解液注入部（液体注入部）の更に他の例を示す図である。

図 2 2 A 及び図 2 2 B は、電解液注入部（液体注入部）のそれぞれ異なる更に他の例を示す図である。

図 2 3 A 乃至図 2 3 C は、電極ホルダ（部材ホルダ）で保持された高抵抗構造体と基板保持部で保持された基板との間にめっき液（電解液）を注入する例を工程順に示す図である。

図 2 4 は、本発明の他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部の概要を示す図である。

図 2 5 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部をめっき液循環系（液体循環系）とともに示す図である。

図 2 6 は、図 2 5 に示す電解めっき装置におけるめっき処理時の基板、シール材、電解液注入部（液体注入部）及び電解液吸引部（液体吸引部）の位置関係を示す図である。

図 2 7 A 及び図 2 7 B は、めっき処理時の基板、シール材、電解液注入部（液体注入部）及び電解液吸引部（液体吸引部）の位置関係をそれぞれ異なる他の例を示す図である。

図 2 8 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部の概要を示す図である。

図 2 9 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部の概要を示す図である。

図 3 0 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部の概要を示す図である。

図 3 1 は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置（電解処理装置）の要部の概要を示す図である。

図 3 2 は、本発明の実施の形態の電解めっき装置における電極ヘッド及び基板保持部を概略的に示すめっき時における断面図である。

図 3 3 は、図 3 2 に示すめっき時における基板表面に沿っためっき液の流れの一例を示す図である。

図 3 4 は、図 3 2 に示すめっき時における成膜状態の一例を拡大して示す概要図である。

図 3 5 は、図 3 2 に示すめっき時における基板表面に沿っためっき液の流れの他の例を示す図である。

図 3 6 は、本発明の他の実施の形態における電解めっき装置の要部をめっき液循環系とともに示す図である。

図 3 7 は、図 3 6 に示す電解めっき装置におけるめっき処理時の基板、シール材、めっき液注入部及びめっき液吸引部の位置関係を示す図である。

図 3 8 A 乃至図 3 8 C は、めっき処理によって銅配線を形成する例を工程順に示す図である。



### 好ましい実施例の詳細な説明

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

図 1 は、電解めっき装置に適用した、本発明の実施の形態の電解処理装置（基板処理装置）を備えた基板処理システムの全体配置図を示す。図 1 に示すように、この基板処理システムには、同一設備内に位置して、内部に複数の基板 W を収納する 2 基のロード・アンロード部 10 と、電解めっき処理及びその付帯処理を行う 2 基の電解めっき装置（電解処理装置兼基板処理装置）12 と、ロード・アンロード部 10 と電解めっき装置 12 との間で基板 W の受渡しを行う搬送ロボット 14 と、めっき液タンク（液体タンク）16 を有するめっき液供給設備（液体供給設備）18 が備えられている。

なお、この電解めっき装置 12 を、湿式プロセスや浸漬タイプの露光等を行う基板処理装置として使用する場合には、めっき液タンク 16 は、純水や薬液等の液体を溜める液体タンクとしての役割を果たし、めっき液供給設備 18 は、液体を供給する液体供給設備としての役割を果たす。

電解めっき装置 12 には、図 2 に示すように、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部 20 が備えられ、この基板処理部 20 に隣接して、めっき液（電解液）を溜めるめっき液トレイ 22 が配置されている。また、回転軸 24 を中心に揺動する揺動アーム 26 の先端に保持されて基板処理部 20 とめっき液トレイ 22 との間を揺動する電極ヘッド 28 を有する電極アーム部 30 が備えられている。更に、基板処理部 20 の側方に位置して、プレコート・回収アーム 32 と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を基板に向けて噴射する固定ノズル 34 が配置されている。この実施の形態にあつては、3 個の固定ノズル 34 が備えられ、その内の 1 個を純水の供給用に用いている。

基板処理部 20 には、図 3 に示すように、表面（被めっき面）を上向きにして基板 W を保持する基板保持部 36 と、この基板保持部 36 の上方に該基板保持部 36 の周縁部を囲繞するように配置された電極部 38 が備えられている。更に、基板保持部 36 の周囲を囲繞して処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状の飛散防止カップ 40 が、エアシリンダ（図示せ

ず)を介して上下動自在に配置されている。

ここで、基板保持部36は、エアシリンダ44によって、下方の基板受渡し位置Aと、上方のめっき位置(基板処理位置)Bと、これらの中間の前処理・洗浄位置Cとの間を昇降し、図示しない回転モータ及びベルトを介して、任意の加速度及び速度で電極部38と一体に回転するように構成されている。この基板受渡し位置Aに対向して、電解めっき装置12のフレーム側面の搬送ロボット14側には、基板搬出入口(図示せず)が設けられ、また基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、基板保持部36で保持された基板Wの周縁部に下記の電極部38のシール材90とカソード(第1の電極)88が当接するようになっている。一方、飛散防止カップ40は、その上端が基板搬出入口下方に位置し、図3に仮想線で示すように、上昇した時に基板搬出入口を塞いで電極部38の上方に達するようになっている。

めっき液トレイ22は、めっき処理を実施していない時に、電極アーム部30の下記の高抵抗構造体110及びアノード(第2の電極)98をめっき液で湿潤させるためのもので、この高抵抗構造体110が収容できる大きさに設定され、図示しないめっき液供給口とめっき液排水口を有している。また、フォトセンサがめっき液トレイ22に取付けられており、めっき液トレイ22内のめっき液の満水、即ちオーバーフローと排水の検出が可能になっている。

電極アーム部30は、図示しないサーボモータからなる上下動モータとボールねじを介して上下動し、旋回モータを介して、めっき液トレイ22と基板処理部20との間を旋回(揺動)するようになっている。

また、プレコート・回収アーム32は、図4に示すように、上下方向に延びる支持軸58の上端に連結されて、ロータリアクチュエータ60を介して旋回(揺動)し、エアシリンダ(図示せず)を介して上下動するよう構成されている。このプレコート・回収アーム32には、その自由端側にプレコート液吐出用のプレコートノズル64が、基端側にめっき液回収用のめっき液回収ノズル66がそれぞれ保持されている。そして、プレコートノズル64は、例えばエアシリンダによって駆動するシリンジに接続されて、プレコー

ト液がプレコートノズル64から間欠的に吐出され、また、めっき液回収ノズル66は、例えばシリンダポンプまたはアスピレータに接続されて、基板上のめっき液がめっき液回収ノズル66から吸引されるようになっている。

前記基板保持部36は、図5乃至図7に示すように、円板状の基板ステージ68を備え、この基板ステージ68の周縁部の円周方向に沿った6カ所に、上面に基板Wを水平に載置して保持する支持腕70が立設されている。この支持腕70の1つの上端には、基板Wの端面に当接して位置決めする位置決め板72が固着され、この位置決め板72を固着した支持腕70に対向する支持腕70の上端には、基板Wの端面に当接し回転して基板Wを位置決め板72側に押付ける押付け片74が回転自在に支承されている。また、他の4個の支持腕70の上端には、回転して基板Wをこの上方から下方に押付けるチャック爪76が回転自在に支承されている。

ここで、押付け片74及びチャック爪76の下端は、コイルばね78を介して下方に付勢した押圧棒80の上端に連結されて、この押圧棒80の下動に伴って押付け片74及びチャック爪76が内方に回転して閉じるようになっており、基板ステージ68の下方には、押圧棒80に下面に当接してこれを上方に押上げる支持板82が配置されている。

これにより、基板保持部36が図3に示す基板受渡し位置Aに位置する時、押圧棒80は支持板82に当接し上方に押上げられて、押付け片74及びチャック爪76が外方に回転して開き、基板ステージ68を上昇させると、押圧棒80がコイルばね78の弾性力で下降して、押付け片74及びチャック爪76が内方に回転して閉じるようになっている。

前記電極部38は、図8及び図9に示すように、支持板82（図7等参照）の周縁部に立設した支柱84の上端に固着した環状の枠体86と、この枠体86の下面に内方に突出させて取付けた、この例では6分割されたカソード（第1の電極）88と、このカソード88の上方を覆うように枠体86の上面に取付けた環状のシール材90とを有している。このカソード（第1の電極）88は、電解エッチングを行うときにはアノードとなる。シール材90は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内

周端部が下方に垂下するように構成されている。

これにより、図3に示すように、基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、この基板保持部36で保持した基板Wの周縁部にカソード88が押付けられて通電し、同時にシール材90の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板Wの上面（被めっき面）に供給されためっき液が基板Wの端部から染み出すのを防止するとともに、めっき液がカソード88を汚染することを防止するようになっている。

なお、この実施の形態において、電極部38は、上下動不能で基板保持部36と一体に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材90が基板Wの被めっき面に圧接するように構成しても良い。

前記電極アーム部30の電極ヘッド28は、図10及び図11に示すように、揺動アーム26の自由端にボールベアリング92を介して連結した電極ホルダ（部材ホルダ）94と、この電極ホルダ94の下端開口部を塞ぐように配置された高抵抗構造体（部材）110とを有している。すなわち、この電極ホルダ94は、下方に開口した有底カップ状に形成され、この下部内周面には、凹状部94aが、高抵抗構造体110の上部には、この凹状部94aに嵌合するフランジ部110aがそれぞれ設けられ、このフランジ部110aを凹状部94aに嵌入することで、電極ホルダ94に高抵抗構造体110が保持されている。これによって、電極ホルダ94の内部に中空のめっき液室100が区画形成されている。

なお、この電極ホルダ94は、下記のように、湿式プロセスや液浸タイプの露光等を行う基板処理装置として使用するときは、目的に沿った任意の部材を保持する部材ホルダとしての役割を果たす。

この高抵抗構造体110は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コージライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレンの焼結体等の硬質多孔質体、あるいはこれらの複合体、更には織布や不織布で構成される。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径30～200 $\mu$ m、SiCにあっては、ポア径30 $\mu$ m以下、気孔率20～95%、厚み1～20mm、好ましくは5～20mm、更に好ましくは

8～15mm程度のものが使用される。この例では、例えば気孔率30%、平均ポア径100 $\mu$ mでアルミナ製の多孔質セラミックス板から構成されている。そして、この内部にめっき液を含有させることで、つまり多孔質セラミックス板自体は絶縁体であるが、この内部にめっき液を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせることで、めっき液の電気伝導率より小さい電気伝導率を有するように構成されている。

このように高抵抗構造体110をめっき液室100内に配置し、この高抵抗構造体110によって大きな抵抗を発生させることで、導電体層としてシード層7（図38A参照）の抵抗の影響を無視できる程度となし、基板Wの表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくして、めっき膜の面内均一性を向上させることができる。

前記めっき液室100内には、高抵抗構造体110の上方に位置して、内部に上下に貫通する多数の通孔98aを有するアノード（第2の電極）98が配置されている。このアノード（第2の電極）98は、電解エッチングの時はカソードとなる。そして、電極ホルダ94には、めっき液室100の内部のめっき液を吸引して排出するめっき液排出口103が設けられ、このめっき液排出口103は、めっき液供給設備18（図1参照）から延びるめっき液排出管106に接続されている。更に、電極ホルダ94の周壁内部には、アノード98及び高抵抗構造体110の側方に位置して上下に貫通するめっき液（電解液）注入部（液体注入部）104が設けられている。このめっき液注入部104は、この例では、下端をノズル形状としたチューブで構成され、めっき液供給設備18（図1参照）から延びるめっき液供給管102に接続されている。

このめっき液注入部104は、基板保持部36がめっき位置B（図3参照）にある時に、基板保持部36で保持した基板Wと高抵抗構造体110の隙間が、例えば0.5～3mm程度となるまで電極ヘッド28を下降させ、この状態で、アノード98及び高抵抗構造体110の側方から、基板Wと高抵抗構造体110との間の領域にめっき液を注入するためのもので、シール材90と高抵抗構造体110に挟まれた領域で下端のノズル部が開口するように

なっている。また、高抵抗構造体 1 1 0 の外周部には、ここを電氣的にシールドするゴム製のシールドリング 1 1 2 が装着されている。

なお、このめっき液注入部 1 0 4 は、下記のように、湿式プロセスや液浸タイプの露光等を行う基板処理装置として使用する場合は、基板 W と部材との間に、純水や薬液等の液体を注入する液体注入部としての役割を果たす。

このめっき液注入時には、めっき液注入部 1 0 4 から注入されためっき液（液体）は、図 1 2 に示すように、基板 W の表面に沿って一方向に流れ、このめっき液の流れによって、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間の領域の空気が外方に押し出されて外部に排出され、この領域がめっき液注入部 1 0 4 から注入された新鮮で組成が調整されためっき液で満たされて、基板 W とシール材 9 0 で区画された領域に溜められる。

このように、アノード 9 8 及び高抵抗構造体 1 1 0 の側方から、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間の領域にめっき液を注入することにより、高抵抗構造体 1 1 0 の内部に、絶縁体からなる電解液供給チューブ等の電界分布を乱す要因となるものを設けることなく、めっき液の液張りを行うことができる。これによって、特に大面積の基板であっても、基板の表面全面に亘る電界分布をより均一にするとともに、めっき液を注入する際に、高抵抗構造体 1 1 0 で保持しためっき液が高抵抗構造体 1 1 0 から漏れてしまうことを防止して、基板保持部 3 6 で保持した基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 が対向する領域内に新鮮で組成が調整されためっき液を供給することができる。

ここで、電解めっき装置 1 2 にあっては、液張り時に反応が起こり、この反応による影響によって、例えばめっき膜の埋込みが不能となったり、めっき膜の特性が部分的に変化したりすることがあり、これを防止するためには、めっき液を  $0.1 \sim 1.0 \text{ m/sec}$  の線速度で注入し、例えば  $300 \text{ mm}$  のウェーハにあっては、5 秒以内に液張り完了することが望ましい。めっき液注入部 1 0 4 として、このような要求に満たすような任意の形状のものを使用することが好ましい。

ここで、アノード 9 8 は、スライムの生成を抑制するため、含有量が  $0.03 \sim 0.05\%$  のリンを含む銅（含リン銅）で構成されているが、不溶解

の不溶性アノードを使用するようにしてもよい。

また、この例では、カソード（第１の電極）８８はめっき電源１１４の陽極に、アノード（第２の電極）９８はめっき電源１１４の陰極にそれぞれ電氣的に接続されるが、電解エッチング装置として使用する場合には、第１の電極８８は電源の陰極に、第２の電極９８は電源の陽極にそれぞれ接続される。また、エッチングや洗浄等の湿式プロセス、或いは液浸タイプの露光等を行う基板処理装置として使用する場合、第１の電極８８及び第２の電極９８は省略される。

そして、前述のように、めっき電源１１４を介して、第１の電極８８をカソード、第２の電極９８をアノードとなし、基板保持部３６がめっき位置Ｂ（図３参照）にある時に、基板保持部３６で保持した基板Ｗと高抵抗構造体１１０との隙間が、例えば０．５～３ｍｍ程度となるまで電極ヘッド２８を下降させ、この状態で、基板Ｗと高抵抗構造体１１０との領域にめっき液注入部１０４からめっき液を注入してめっき液で満たし、このめっき液を基板Ｗとシール材９０で区画された領域に溜めてめっき処理を行う。

ここで、この状態で、めっき液の代わりに電解エッチング液を使用し、電源を介して、第１の電極８８をアノード、第２の電極９８をカソードとなすことで電解エッチングを行うことができる。

次に、前記実施の形態の電解めっき装置１２を備えた基板処理システムの操作について説明する。

先ず、ロード・アンロード部１０からめっき処理前の基板Ｗを搬送ロボット１４で取出し、表面（被めっき面）を上向きにした状態で、フレームの側面に設けられた基板搬出入口から一方の電解めっき装置１２の内部に搬送する。この時、基板保持部３６は、下方の基板受渡し位置Ａにあり、搬送ロボット１４は、そのハンドが基板ステージ６８の真上に到達した後に、ハンドを下降させることで、基板Ｗを支持腕７０上に載置する。そして、搬送ロボット１４のハンドを、前記基板搬出入口を通して退去させる。

搬送ロボット１４のハンドの退去が完了した後、飛散防止カップ４０を上昇させ、同時に基板受渡し位置Ａにあった基板保持部３６を前処理・洗浄位

置Cに上昇させる。この時、この上昇に伴って、支持腕70上に載置された基板は、位置決め板72と押付け片74で位置決めされ、チャック爪76で確実に把持される。

一方、電極アーム部30の電極ヘッド28は、この時点ではめっき液トレイ22上の通常位置にあって、高抵抗構造体110あるいはアノード（第2の電極）98がめっき液トレイ22内に位置しており、この状態で飛散防止カップ40の上昇と同時に、めっき液トレイ22及び電極ヘッド28にめっき液の供給を開始する。そして、基板のめっき工程に移るまで、新しいめっき液を供給し、併せてめっき液排出管106を通じた吸引を行って、高抵抗構造体110に含まれるめっき液の交換と泡抜きを行う。なお、飛散防止カップ40の上昇が完了すると、フレーム側面の基板搬出入口は飛散防止カップ40で塞がれて閉じ、フレーム内外の雰囲気は遮断状態となる。

飛散防止カップ40が上昇するとプレコート処理に移る。即ち、基板Wを受取った基板保持部36を回転させ、待避位置にあったプレコート・回収アーム32を基板と対峙する位置へ移動させる。そして、基板保持部36の回転速度が設定値に到達したところで、プレコート・回収アーム32の先端に設けられたプレコートノズル64から、例えば界面活性剤からなるプレコート液を基板の表面（被めっき面）に間欠的に吐出する。この時、基板保持部36が回転しているため、プレコート液は基板Wの表面の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板保持部36の回転速度を増して、遠心力により基板Wの被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

プレコート完了後にめっき処理に移る。まず、基板保持部36を、この回転を停止、若しくは回転速度をめっき時速度まで低下させた状態で、めっきを施すめっき位置Bまで上昇させる。すると、基板Wの周縁部は、カソード（第1の電極）88に接触して通電可能な状態となり、同時に基板Wの周縁部上面にシール材90が圧接して、基板Wの周縁部が水密的にシールされる。

一方、搬入された基板Wのプレコート処理が完了したという信号に基づいて、電極アーム部30をめっき液トレイ22上方からめっき処理を施す位置



の上方に電極ヘッド２８が位置するように水平方向に旋回させ、しかる後、電極ヘッド２８を電極部３８に向かって下降させる。この時、高抵抗構造体１１０を基板Ｗの表面に接触することなく、０．５ｍｍ～３ｍｍ程度に近接した位置とする。電極ヘッド２８の下降が完了した時点で、カソード８８とアノード９８との間にめっき電源１１４を投入し、めっき液注入部１０４から基板Ｗと高抵抗構造体１１０との間の領域にめっき液を注入して該領域をめっき液で満たし、これによって、基板Ｗの表面（被めっき面）にめっき処理を施す。

めっき処理が完了すると、電極アーム部３０を上昇させ旋回させてめっき液トレイ２２上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム３２を待避位置から基板Ｗに対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル６６から基板Ｗ上のめっき液の残液を回収する。この残液の回収が終了した後、プレコート・回収アーム３２を待避位置へ戻し、基板めっき面のリンスのために、純水用の固定ノズル３４から基板Ｗの中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部３６を、スピードを増して回転させて基板Ｗの表面のめっき液を純水に置換する。このように、基板Ｗのリンスを行うことで、基板保持部３６をめっき位置Ｂから下降させる際に、めっき液が跳ねて、電極部３８のカソード８８が汚染されることが防止される。

リンス終了後に水洗工程に入る。即ち、基板保持部３６をめっき位置Ｂから前処理・洗浄位置Ｃへ下降させ、純水用の固定ノズル３４から純水を供給しつつ基板保持部３６及び電極部３８を回転させて水洗を実施する。この時、電極部３８に直接供給した純水、又は基板Ｗの面から飛散した純水によってシール材９０及び第１の電極８８も基板と同時に洗浄することができる。

水洗完了後にドライ工程に入る。即ち、固定ノズル３４からの純水の供給を停止し、更に基板保持部３６及び電極部３８の回転スピードを増して、遠心力により基板表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール材９０及びカソード８８も乾燥される。ドライ工程が完了すると基板保持部３６及び電極部３８の回転を停止させ、基板保持部３６を基板受渡し位置Ａまで下降させる。すると、チャック爪７６による基板Ｗの把持が解かれ、基板Ｗは、

支持腕 70 の上面に載置された状態となる。これと同時に、飛散防止カップ 40 も下降させる。

以上でめっき処理及びそれに付帯する前処理や洗浄・乾燥工程の全て工程を終了し、搬送ロボット 14 は、そのハンドを基板搬出入口から基板 W の下方に挿入し、そのまま上昇させることで、基板保持部 36 から処理後の基板 W を受取る。そして、搬送ロボット 14 は、この基板保持部 36 から受取った処理後の基板 W をロード・アンロード部 10 に戻す。

この実施の形態では、電解めっきについて説明したが、電流方向を逆転させれば、つまり、この装置をそのまま用い、電源の極性を反転させることで電解エッチングが可能であり、この場合、エッチングの均一性を向上させることができる。LSI における銅配線用のめっきプロセスでは、めっきプロセスの前後に逆電解をかけて電解エッチングを行うことが知られており、例えば、この装置を使用し、 $20\text{ mA/cm}^2$  の電流密度で 7.5 秒めっきを施して、50 nm の銅めっき膜を形成し、電源の極性を反転させ、 $5\text{ mA/cm}^2$  の電流密度で 20 秒エッチングを施して、33 nm の銅めっき膜をエッチングし、しかる後、最終めっきを施すことで、均一にエッチングが行われて埋込み特性が向上することが確かめられている。

なお、上記の例では、高抵抗構造体を備えた例を示しているが、高抵抗構造体を有していない電解めっき装置（電解研磨装置）にも適用できることは勿論である。

この電解めっき装置（電解処理装置兼基板処理装置）12 を、例えば湿式エッチングや湿式洗浄等の湿式プロセスを行う基板処理装置として使用する場合には、めっき液の代わりに純水や液等の液体を用い、電極ホルダ 94 を、所定のプロセスに用いられる部材を保持する部材ホルダとして、めっき液注入部 104 を、基板 W と部材との間に、例えば湿式洗浄にあつては純水や薬液等の洗浄液を、湿式エッチングにあつては、エッチング液を供給する液体注入部として使用する。なお、部材ホルダを用いることなく、部材そのものを揺動アーム 26 の自由端等に直接保持するようにしてもよい。

そして、前述のように、基板保持部 36 を基板処理位置（めっき位置）B

まで上昇させ、基板Wの周縁部上面にシール材90を圧接させて、基板Wの周縁部を水密的にシールし、更に、部材ホルダ（電極ホルダ）94を電極部38に向かって下降させ、部材を基板Wの表面に接触することなく、0.5mm～3mm程度に近接した位置に停止させる。この状態で、液体注入部（めっき液注入部）104から基板Wと部材との間の領域に、純水や薬液等の液体を注入して該領域を液体で満たし、更に、必要に応じて、基板Wを回転させることによって、基板Wの表面（被処理面）に処理を施す。

このように、基板保持部36で保持した基板Wと部材が対向する領域内に、該部材の側方から液体を注入することにより、表面を上向きにして基板Wを保持した状態であっても、基板Wと部材との間に、純水や薬液等の液体を均一、かつ泡の混入なしに供給し保持して、エッチングや洗浄等の湿式プロセス、或いは液浸タイプの露光等の基板処理を行うことができる。

図13A及び13Bは、それぞれ異なる電極ヘッドの変形例を示す。すなわち、図13Aは、前述のめっき液供給管102（図10参照）に接続されて、めっき位置にある基板Wと高抵抗構造体110で挟まれた領域にめっき液を注入するめっき液注入部（液体注入部）104として、下部が矩形状に内方に屈曲したものを使用して、めっき液（液体）を基板Wの直径方向の内方に向けて噴出させて、高抵抗構造体110の外周面に衝突させるようにした例を示す。また、図13Bは、めっき液注入部（液体供給部）104を、高抵抗構造体110の側方に、内方に向け下方に傾斜させて配置し、このめっき液注入部104から噴出されるめっき液（液体）で該めっき液の一方向に向けた流れを積極的に作り出すようにした例を示す。

なお、前述の各例にあつては、めっき液注入部（液体供給部）104を1本のチューブで構成した例を示しているが、図14Aに示すように、前述のめっき液供給管102に接続される集合管200と該集合管200から分岐する複数の分岐管202でめっき液注入部104を構成し、この各分岐管202を電極ホルダ94の周縁部の円周方向に沿った所定の位置に、これらの各分岐管202から同時に噴出されるめっき液（液体）が基板Wの表面に沿って一方向に流れるように配置してもよい。このように、複数箇所からめっ

き液を同時に供給し、この本数や配置位置等を任意に調整することで、例えばめっき液を0.1～10m/secの線速度で注入し、例えば300mmのウェーハにあっては、5秒以内に液張り完了して、めっき液の液張り時に反応が起こり、この反応による影響によって、例えばめっき膜の埋込みが不能となったり、めっき膜の特性が部分的に変化したりすることを防止するといった要求に容易に応え、更には気泡の抜けを良くすることができる。

この場合、例えば1つの分岐管202内に空気が入り込むと、配管200、202内の圧力バランスが崩れ、配管200、202内のめっき液（液体）が一度に落ちてしまうことがある。これ液落ちを防止するため、図14Bに示すように、各分岐管202内に逆止弁204を設置し、この逆止弁204の上流側に常にめっき液が存在するようにすることが好ましく、これにより、常に一定量のめっき液を供給するようにすることができる。

なお、前記の逆止弁204の代わりに、図15Aに示すように、各分岐管202の下端に多孔質材料206aを充填したり、図15Bに示すように、各分岐管202の長さ方向に沿った途中に多孔質材料206bを充填したりしてもよい。これにより、構造の簡素化を図ることができる。

また、図16Aに示すように、電極ホルダ（部材ホルダ）94の下面に円周方向に延びるスリット形状の開口部94bを設け、この開口部94bでめっき液注入部（液体注入部）104を構成するようにしてもよい。これによっても、液張りの速度を速めることができる。この場合、前述と同様に、図16Bに示すように、この開口部94b内に多孔質材料206cを充填するようにしてもよい。更に、図16Cに示すように、多孔質材料206cを充填した開口部94bに、めっき液供給管102から延びる1本のチューブ202bを接続し、このチューブ202b内に逆止弁204aを設置するようにしてもよい。この例によれば、例えば図14Bに示す例に比べて、逆止弁の数を減らしながら液落ちを防止し、しかも、液張りの時間を短縮することができる。

更に、図17Aに示すように、電極ホルダ（部材ホルダ）94の基板Wを挟んで互いに対向する位置に、前述と同様な構成のチューブで構成した一対

のめっき液注入部（液体注入部）１０４を配置したり、図１７Ｂに示すように、電極ホルダ９４（部材ホルダ）の基板Ｗを挟んで互いに対向する位置に、前述と同様な構成の複数の分岐管２０２で構成した一对のめっき液注入部１０４を配置したりしてもよい。更に、図１７Ｃに示すように、電極ホルダ９４の基板Ｗを挟んで互いに対向する位置に、前述と同様な構成のスリット状の開口部９４ｂで構成した一对のめっき液注入部１０４を配置してもよい。

この場合、基板Ｗの表面に沿って互いに対向する位置から内方に向けてめっき液（液体）が同時に流れるようにすることができ、これによって、めっき液の液張り時間の更なる短縮を図ることができる。この時、基板Ｗと高抵抗構造体１１０が対向する領域内の空気は、めっき液の流れの方向と直交する方向に押し出されて外部に排出される。

更に、複数台の送液ポンプを用い、少しずつ時間を置いてめっき液注入部（液体注入部）１０４から基板Ｗと高抵抗構造体１１０が対向する領域にめっき液（液体）を注入するようにしても良い。例えば、図１８Ａに示すように、電極ホルダ（部材ホルダ）９４の基板Ｗを挟んで互いに対向する位置に一对のめっき液注入部１０４を配置し、このめっき液注入部１０４に複数台（図示では２台）の送液ポンプ１２０からめっき液を送液できるように構成する。そして、図１８Ｂに示すように、例えばタイミング遅れ時間 $t$ を５秒以内に設定し、第１の送液ポンプ１２０を駆動した後、この遅れ時間 $t$ だけタイミングを遅らせて第２の送液ポンプ１２０を駆動する操作を送液ポンプ１２０の台数分だけ繰返すようにしてもよい。このように、めっき液注入部１０４から小液量のめっき液を注入することで、めっき液の外側から回り込みを抑制して、基板の中心部に泡ガミが発生するのを防止しながら液張りを行い、めっき液の不足分は後から補うことができる。

基板保持部３６で保持した基板Ｗの回転とめっき液の供給とを組み合わせることで、基板Ｗと高抵抗構造体１１０との間に気泡が残ってしまうことを防止することができる。つまり、図１９Ａに示すように、基板Ｗの中心からやや偏心した方向に向けてめっき液注入部１０４からめっき液を噴射し、このめっき液の流れ方向に沿って基板Ｗを回転させたり、図１９Ｂに示すよう

に、例えば左側の上半分の領域内に複数のめっき液注入部 104 を配置し、これらのめっき液注入部 104 からめっき液を略平行な方向に噴出し、このめっき液の流れの方向に沿って基板Wを回転させたりするようにしてもよい。更には、図 19 C に示すように、電極ホルダ 94 に設けたやや幅広のスリット状の開口部 94 c で構成しためっき液注入部 104 から、めっき液を、基板Wの中心からやや偏心した方向に向けて噴射し、このめっき液の流れ方向に沿って基板Wを回転させたりするようにしてもよい。これにより、めっき液の注入に伴って押し出される空気を、基板Wの回転に伴う遠心力で基板Wの外周に向けて移動させて、気泡の抜けを良くすることができる。

更に、図 20 A に示すように、複数（図示では 3 個）のめっき液注入部（液体注入部） 104 を集中して設け、このめっき液注入部 104 を挟む両側に一对の空気噴出部 210 を設けて、めっき液注入部 104 から噴出されるめっき液（液体）の両側のやや拡がる方向に向けて空気を噴出ししてもよい。また、図 20 B に示すように、複数（図示では 3 個）のめっき液注入部（液体注入部） 104 と基板Wを挟んだ反対側に一对の空気噴出部 210 を設けて、めっき液注入部 104 から噴出されるめっき液に向けてこの反対側からやや拡がる方向に空気を噴出ししてもよい。これにより、めっき液の回り込みを防止し、めっき液同士の混合による泡立ちを防止して、気泡の抜けを良くすることができる。

また、図 21 に示すように、複数（図示では 3 個）のめっき液注入部（液体注入部） 104 と基板Wを挟んだ反対側に空気吸引部 212 を配置し、めっき液注入部 104 からめっき液を注入する際に、この空気吸引部 212 から基板Wと高抵抗構造体 110 との間の空気を吸引することで、めっき液の拡がりを助長して、これによっても、気泡の抜けを良くすることができる。

更に、図 22 A に示すように、例えば中央に位置するめっき液注入部（液体注入部） 104 a を挟んで、この両側に複数のめっき液注入部（液体注入部） 104 b を対称に配置した場合においては、この中央に位置するめっき液注入部 104 a とこの外側に位置するめっき液注入部 104 b からのめっき液（液体）の出し方を変えることで、例えば、中央に位置するめっき液注

入部 104 a から先にめっき液を噴出してから、外側に位置するめっき液注入部 104 b からめっき液を噴出したり、外側に位置するめっき液注入部 104 b からめっき液を 1 滴だけ垂らしておいて、中央に位置するめっき液注入部 104 a から先にめっき液を噴出したりすることで、気泡の抜けを良くすることができる。

このような構成は、例えば、図 22 B に示すように、前述と同様に、めっき液供給管 102 に接続される集合管 200 と該集合管 200 から分岐する複数の分岐管 202 でめっき液注入部（液体注入部）104 を構成し、この各分岐管 202 に、例えばエアで駆動するバルブ 214 を設置し、このバルブ 214 にめっき液（液体）の保持と吐出のタイミングを制御する機能を付与することによって容易に実現することができる。

また、図 23 A 乃至 23 C に示すように、電極ホルダ（部材ホルダ）94 を、上下動かつ傾動（チルト）自在に構成し、この電極ホルダ 94 を傾斜させ基板保持部 36 で保持した基板 W と高抵抗構造体 110 とが最も近接する一方の側部から基板 W と高抵抗構造体 110 が対向する領域にめっき液（液体）を注入しつつ高抵抗構造体 110 を下降させながら水平状態に戻すようにしてもよい。また、電極ホルダ（部材ホルダ）94 を水平にし、基板保持部 36 で保持した基板 W と高抵抗構造体 110 の一側部から基板 W と高抵抗構造体 110 が対向する領域にめっき液（液体）を注入しつつ高抵抗構造体 110 を下降させるようにしてもよい。

つまり、図 23 A に示すように、電極ホルダ 94 を、高抵抗構造体 110 の下面が水平面に対して角度  $\theta = 0 \sim 5^\circ$ 、好ましくは  $0 \sim 1^\circ$  だけ傾斜するように傾動させ、高抵抗構造体 110 の下面と基板保持部 36 で保持した基板 W との距離が、例えば  $0.1 \sim 10 \text{ mm}$ 、好ましくは  $1 \sim 3 \text{ mm}$  となる位置に位置させる。この状態で、基板 W と高抵抗構造体 110 とが最も近接する一方の側部から基板 W と高抵抗構造体 110 が対向する領域へのめっき液（液体）の注入を開始する。そして、図 23 B に示すように、電極ホルダ 94 を下降させて高抵抗構造体 110 の下面と基板 W との距離を徐々に狭めながら、高抵抗構造体 110 が基板 W と水平になるように傾動させる。そし

て、図 2 3 C に示すように、高抵抗構造体 1 1 0 の下面と基板 W との距離が、例えば 0. 1 ～ 1 0 mm、好ましくは 0. 2 ～ 1 mm となり、高抵抗構造体 1 1 0 が基板 W と水平となる位置で電極ホルダ 9 4 を停止させて液張りを完了する。

この時のめっき液の液量は、例えば 1 0 c c ～ 1 L、好ましくは 5 0 ～ 1 5 0 c c であり、めっき液の吐出時間は、例えば 0. 1 ～ 1 0 s e c、好ましくは 0. 5 ～ 1. 5 s e c である。また、めっき液の吐出を開始した後、基板ホルダ（部材ホルダ） 9 4 の下降を開始するまでの時間は、例えば 0. 1 ～ 1 0 s e c、好ましくは 0. 5 ～ 0. 3 s e c である。

これにより、高抵抗構造体 1 1 0 を下降させながら水平に戻すに従って、または単に高抵抗構造体 1 1 0 を下降させるに従って、基板保持部 3 6 で保持した基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 が対向する領域に位置する空気をめっき液（液体）によって一方向に徐々に押し出しながら、該領域にめっき液（液体）を供給することができ、これによっても、気泡の抜けを良くすることができる。

図 2 4 は、本発明の他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置（基板処理装置）の断面を示す。この例は、表面を下向きにして基板 W を保持する、いわゆるフェースダウン方式を採用した電解めっき装置（電解処理装置）に適用したもので、この電解めっき装置は、表面（被めっき面）を下向きにして基板 W を該基板の周縁部を水密的にシールして保持するとともに、この基板 W に接触して給電するカソード（第 1 の電極） 3 0 0 を有する基板保持部 3 0 8 と、内部にめっき液（液体）を保持するめっき液室（液体室） 3 0 4 を形成した上方に開放しためっき槽（水槽） 3 0 6 を有している。

めっき槽 3 0 6 の内部には、前述と同様な構成の高抵抗構造体 3 1 0 と、内部に上下に貫通する多数の通孔 3 1 2 a を有するアノード（第 2 の電極） 3 1 2 がめっき液室 3 0 4 内に保持されるめっき液に浸漬されるように配置されている。更に、このめっき槽 3 0 6 には、めっき液室 3 0 4 内にめっき液を供給するめっき液供給管（液体供給管） 3 1 4 と、めっき液室 3 0 4 内



のめっき液を排出するめっき液排出管（液体排出管）３１６がそれぞれ接続されている。また、高抵抗構造体３１０の上部内周面には、ここを電氣的にシールドする、例えばゴム製のシールドリング３２４が装着されている。

更に、基板保持部３０８の側方に位置して、めっき位置において、基板保持部３０８で保持した基板Wと高抵抗構造体３１０が対向する領域に該高抵抗構造体３１０の側方からめっき液を注入するめっき液注入部（液体注入部）３１８が設けられている。つまり、この例にあっては、めっき液室３０４内にめっき液を供給して該めっき液をその液面が高抵抗構造体３１０の上面と一致するように保持させておき、この状態で基板保持部３０８を下降させて、この基板保持部３０８で保持した基板Wと高抵抗構造体３１０の上面（めっき液室３０４内に保持されためっき液の液面）との間に、めっき液注入部３１８からめっき液を注入し、これによって、高抵抗構造体３１０と基板Wとの間に新鮮で組成が調整されためっき液を満たして、基板Wの表面（下面）にめっきを施すようになっている。

この電解めっき装置を、例えば湿式エッチングや湿式洗浄等の湿式プロセス、或いは液浸タイプの露光を行う基板処理装置として使用する場合には、めっき液の代わりに純水や液等の液体を用いて、この液体を液体室（めっき液室）３０４の内部に導入し、高抵抗構造体３１０の代わりに、所定のプロセスに用いられる部材を使用する。更に、めっき液注入部３１８を、基板Wと部材との間に純水や薬液などの液体を注入する液体注入部として使用する。

図２５は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置（基板処理装置）を示す。この電解めっき装置（電解処理装置）は、前記の図１乃至図１２（主に図１１）に示す実施の形態の電解めっき装置に下記の構成を付加したものである。

即ち、電極ホルダ（部材ホルダ）９４には、基板Wを挟んで対向する位置に位置して、基板Wと高抵抗構造体１１０との間に注入されためっき液を吸引するめっき液吸引部（液体吸引部）１３０がアノード９８及び高抵抗構造体１１０の側方に位置して設けられている。そして、めっき液タンク（液体タンク）１６（図１参照）には、内部に吐出側ポンプ１３２とフィルタ１３

4を設置しためっき液供給ライン（液体供給ライン）136の一端が接続され、このめっき液供給ライン136の他端は、めっき液注入部（液体注入部）104に接続されている。更に、めっき液タンク16には、内部に吸引側ポンプ138を設置しためっき液排出ライン（液体排出ライン）140の一端が接続され、このめっき液排出ライン140の他端はめっき液吸引部130に接続されている。これによって、ポンプ132、138の駆動に伴って、めっき液タンク16内のめっき液が基板Wと高抵抗構造体110とが対向する領域に供給され、この基板Wと高抵抗構造体110とが対向する領域に供給されて基板Wとシール材90で区画された領域に溜められためっき液が再びめっき液タンク16に戻されるめっき液循環系（液体循環系）142が構成されている。

この電解めっき装置を、例えば湿式エッチングや湿式洗浄等の湿式プロセス、或いは液浸タイプの露光を行う基板処理装置として使用する場合には、めっき液の代わりに純水や液等の液体を用い、電極ホルダ94を所定のプロセスに用いられる部材を保持する部材ホルダとして、めっき液吸引部130を液体吸引部として、めっき液供給ライン136を液体供給ラインとして、めっき液注入部104を液体注入部として、めっき液排出ライン140を液体排出ラインとして、めっき液循環系142を液体循環系としてそれぞれ使用する。

この例によれば、前述の実施の形態とほぼ同様に、基板保持部36がめっき位置（湿式処理位置）B（図3参照）にある時に、基板保持部36で保持した基板Wと高抵抗構造体110との隙間が、例えば0.5～3mm程度となるまで電極ヘッド28を下降させ、この状態で、基板Wと高抵抗構造体110との領域にめっき液注入部（液体注入部）104からめっき液（液体）を注入して該領域をめっき液で満たしつつ基板Wとシール材90で区画された領域にめっき液を溜め、このめっき液をめっき液吸引部（液体吸引部）130から吸引して、つまり図26に示すように、基板Wと高抵抗構造体110との間の領域を一方向に流れるめっき液（液体）で満たしながら、基板Wの表面（下面）にめっき（基板処理）を施す。

このように、この例によれば、高抵抗構造体 110 の内部に、絶縁体からなる電解液供給チューブ等の電界分布を乱す要因となるものを設ける必要をなくして、基板 W の全表面に亘る電界分布をより均一にするとともに、めっき液を注入する際に、高抵抗構造体 110 で保持しためっき液が高抵抗構造体 110 から漏れてしまうことを防止することができる。更に、基板保持部 36 で保持した基板 W と高抵抗構造体 110 で挟まれた領域内に該高抵抗構造体 110 の側方からめっき液（液体）を注入して循環させ、基板 W と高抵抗構造体 110 との間を常にめっき液（液体）が流れるようにすることで、例えば電解めっきを行うときに、めっき液流れが止まってめっき膜が成膜されないめっき欠陥の発生を防止し、しかも基板を必要に応じて回転させることで、基板 W の中心部と周縁部をめっき液（液体）がより均一な速度で流れるようにすることができる。

更に、この例では、前述のようにして循環させて使用されるめっき液（液体）中の溶存気体を除去する脱気装置が備えられている。すなわち、めっき液タンク（液体タンク）16 には、循環ポンプ 141 の駆動に伴ってめっき液タンク 16 内のめっき液を循環させる補助循環系路 144 が付設され、この補助循環系路 144 内に脱気装置 146 が設置されている。このように、脱気装置 146 で脱気した後のめっき液（液体）を循環させてめっき処理（基板処理）に使用することで、めっき液中の溶存気体がめっき液の注入に伴って気泡となってめっき液中に混入し、めっき液中に残ってしまうことを防止することができる。

なお、このことは、前述の各実施の形態における基板と高抵抗構造体の間に注入されてめっき処理に使用されるめっき液においても同様である。

ここで、前述と同様に、図 27A に示すように、めっき液供給管（液体供給管）102 に接続される集合管 200 と該集合管 200（図 14 参照）から分岐する複数の分岐管 202 でめっき液注入部（液体注入部）104 を、更に、同じ構成の複数の分岐管 202a でめっき液吸引部（液体吸引部）130 をそれぞれ構成し、これらの分岐管 202、202a を、基板 W を挟んで互いに対向する位置に配置して、分岐管 202 から同時に噴出されるめっ

き液（液体）が基板Wの表面に沿って一方向に流れ分岐管202aに吸引されて循環するようにしても良い。

また、図27Bに示すように、電極ホルダ94の下面に円周方向に延びるスリット形状の開口部94bからなるめっき液注入部（液体注入部）104を、電極ホルダ94の基板Wを挟んで互いに対向する位置に配置しスリット状の開口部94dからなるめっき液吸引部（液体吸引部）130をそれぞれ設け、スリット状の開口部94bから噴出されるめっき液（液体）が基板Wの表面に沿って一方向に流れスリット状の開口部94dに吸引されて循環するようにしても良い。

図28は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置（基板処理装置）を示す。この例は、前述の図24に示す例と同様に、表面を下向きにして基板Wを保持する、いわゆるフェースダウン方式を採用し、更に前述の図25に示す例と同様に、めっき液（液体）が基板Wと高抵抗構造体110との間の隙間を一方向に流れて循環する、いわゆる循環方式に採用したものである。つまり、この例は、図24に示す電解めっき装置（電解処理装置）に、図25に示す電解めっき装置（電解処理装置）に備えられているめっき液吸引部（液体吸引部）130を付加したものである。その他の構成は、図24に示すものと同様である。

図29は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置（基板処理装置）を示す。この例の図28に示す例と異なる点は、高抵抗構造体を使用することなく、めっき液室304の上部に該上部の周縁部を一体に覆う中空円板状の遮蔽板320を配置した点にある。この例にあつては、めっき液室304内にめっき液（液体）を供給して該めっき液（液体）をその液面が遮蔽板320の上面がなす平面と一致するように保持させておき、この状態で基板保持部308を下降させて、この基板保持部308で保持した基板Wとめっき液（液体）の液面との間にめっき液注入部（液体注入部）318からめっき液（液体）を注入しこの基板Wとめっき液（液体）の液面との間に注入しためっき液（液体）をめっき液吸引部（液体吸引部）130で吸引し循環させることで、基板Wの表面（下面）にめっき（基板処

理)を施すようになっている。

図30は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置(基板処理装置)を示す。この例は、図29に示す実施の形態における遮蔽板320の代わりに、円板状のメッシュ322をめっき液室304の上部に配置したものであり、その他の構成は、図29に示すものと同様である。

図31は、本発明の更に他の実施の形態の電解めっき装置に適用した電解処理装置(基板処理装置)を示す。この例は、いわゆるフェースダウン方式を採用し、更にめっき槽306内に、内部に貫通孔のない無垢の一枚板からなるアノード412を設置して、このアノード412と基板Wとの間に供給されるめっき液(液体)のみを使用してめっき処理(基板処理)を行うようにした例を示す。つまりこの例は、基板Wを保持した基板保持部308を所定の位置まで下降させ、この基板保持部308で保持した基板Wとアノード412との間にめっき液注入部(液体注入部)318からめっき液(液体)を注入しこの基板Wとアノード412との間に注入しためっき液(液体)をめっき液吸引部(液体吸引部)130で吸引し循環させることで、基板Wの表面(下面)にめっき(基板処理)を施すようになっている。

本発明の電解処理装置によれば、高抵抗構造体の内部に、絶縁体からなる電解液供給チューブ等の電界分布を乱す要因となるものを設ける必要をなくして、特に大面積の基板であっても、基板被処理面の全面に亘る電界分布をより均一にするとともに、電解液を注入する際に、高抵抗構造体で保持した電解液が高抵抗構造体から漏れてしまうことを防止して、基板保持部で保持した基板と高抵抗構造体が対向する領域内に新鮮で組成が調整された電解液を供給することができる。これによって、例えば電解めっき装置に適用した時には、めっき膜の膜厚の面内均一性を高めることができる等、より均一な電解処理を施すことができる。

本発明の基板処理装置によれば、表面を上向きにして基板を保持した状態であっても、基板と部材との間に、純水や薬液等の液体を均一、かつ泡の混入なしに供給し保持して、例えばエッチングや洗浄等の湿式プロセス、或い

は液浸タイプの露光等の基板処理を行うことができる。これによって、表面を上向きにして保持・搬送して各種の基板処理を施す際に、基板を180°反転させることなく、連続して行うことができる。

図32及び図33は、本発明の実施の形態の電解めっき装置を示す。この電解めっき装置は、前述の図2乃至図11に示す電解めっき装置（電解処理装置）と同様な構成のカソード（第1の電極）88及びアノード（第2の電極）98を備え、このカソード88は、めっき電源114の陽極に、アノード98はめっき電源114の陰極にそれぞれ電氣的に接続される。この例の電解めっき装置における前述の図2乃至図11に示す電解めっき装置（電解処理装置）と他の異なる点は、以下の通りである。

すなわち、この電解めっき装置には、基板保持部36がめっき位置B（図3参照）に位置する時に、下記のように、電極ヘッド28を下降させることで、基板保持部36で保持した基板Wと高抵抗構造体110との間に形成される隙間にめっき液を注入しつつ排出することで、この隙間に沿って、基板Wの全表面に亘って一様な高速流れを形成するめっき液流形成部420が備えられている。

このめっき液流形成部420は、電極ホルダ94の周壁内部のアノード98及び高抵抗構造体110の側方に位置し、該アノード98及び高抵抗構造体110を挟んで互いに直径方向に対向する位置に上下に貫通して配置されためっき液注入部422とめっき液吸引部424とを有している。そして、めっき液注入部422とめっき液吸引部424は、めっき液循環ライン426で結ばれており、このめっき液循環ライン426には、送液ポンプ428、フィルタ430及び流量制御部としての流量調節バルブ（流量可変バルブ）432が介装されている。めっき液注入部422は、図33に示すように、下端をノズル形状として、多方向（例えば3方向に）に向けてめっき液を噴出することで、均一なめっき液の流れを形成するように構成され、まためっき液吸引部424もほぼ同様に、めっき液の多方向の流れをスムーズに収束する形状に形成されている。

これにより、基板保持部36がめっき位置B（図3参照）にある時に、基

基板保持部 3 6 で保持した基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 の隙間が、互いに接触することなく、1 0 mm 以下、好ましくは 0. 5 ～ 3 mm 程度となるまで電極ヘッド 2 8 を下降させる。そして、送液ポンプ 4 2 8 を駆動して、めっき液注入部 4 2 2 から基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 の間にめっき液を注入しつつめっき液吸引部 4 2 4 から排出し、これによって、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間を、基板 W の表面の全面に亘って一様な高速流れを有するめっき液で満たし、この状態でめっきによる埋込みを行うようになっている。

この時、流量調節バルブ 4 3 2 を介して、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間におけるめっき液の高速流れの流速を、一般的には 0. 5 ～ 1 0 m / s e c、好ましくは 1 ～ 1 0 m / s e c、更に好ましくは、8 ～ 1 0 m / s e c に調節する。このように、めっき液の高速流れの流速を調節することで、下記のように、配線用凹部の開口端部（入口）の電解集中を、めっき液の高速流れで緩和し、めっき液の組成やめっき条件によりめっき速度を上げることとで、より高速での配線用凹部内へのめっきによる銅等の埋込みが可能となる。しかも、この時のめっき液の流れによって、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間の領域の空気を外方に押し出して外部に排出することができる。

この例では、カソード 8 8 はめっき電源 1 1 4 の陽極に、アノード 9 8 はめっき電源 1 1 4 の陰極にそれぞれ電氣的に接続される。そして、基板保持部 3 6 がめっき位置 B（図 3 参照）にある時に、基板保持部 3 6 で保持した基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との隙間が、例えば 0. 5 ～ 3 mm 程度となるまで電極ヘッド 2 8 を下降させ、この状態で、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間に、めっき液室 1 0 0 内のめっき液を満たし、更に、送液ポンプ 1 2 8 を駆動して、基板 W と高抵抗構造体 1 1 0 との間に、流速が、例えば 0. 5 ～ 1 0 m / s e c のめっき液の基板 W の全面に亘って一様な高速流れを形成し、同時にめっき電源 1 1 4 の陽極をカソード 8 8 に、陰極をアノード 9 8 にそれぞれ接続してめっき処理を行う。

このように、めっき液の高速流れを形成して、めっき処理を行っている時の状態の概要を図 3 4 に示す。図 3 4 は、表面に、開口幅または開口径が 1 0  $\mu$  m 以上で、アスペクト比が 1 以上のトレンチまたはビアホールからなる

配線用凹部 150 を形成し、この上に導電体層（バリア層）152 を形成した基板 W の表面に銅めっきを施し、この導電体層 152 の表面に銅めっき膜 154 を成膜して、配線用凹部 150 の内部に銅を埋込んでいる状態の概要を示す。

このめっき時に、めっき液の基板 W の全面に亘る一様な高速流れがない場合は、図 34 に仮想線で示すように、配線用凹部 150 の開口端部（入口）に電界が集中し、ここに銅めっき膜 154 a が優先的に析出して、配線用凹部 150 の内部に銅が完全に埋込まれる前に配線用凹部 150 の入口を塞ぎ、このため、配線用凹部 150 の内部に埋込まれた銅（めっき膜）の内部にボイドが発生してしまう。これに対して、この例によれば、めっき液の基板 W の全面に亘る一様な高速流れを形成することで、配線用凹部 150 の開口端部（入口）の電解集中を高速なめっき液の流れで緩和して、図 34 に実線で示すように、配線用凹部 150 の開口端部（入口）に銅めっき膜が優先的に析出してしまうことを防止し、これによって、めっき液の組成やめっき条件によりめっき速度を上げることで、より高速での配線用凹部 150 内へのめっきによる銅等のボイドのない埋込みが可能となる。

この時に使用するめっき液の組成としては、下記のようなものが挙げられる。

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} : 200 \text{ g/L}$

$\text{H}_2\text{SO}_4 : 0.4 \text{ mol/L}$

$\text{Cl} : 60 \text{ ppm}$

高分子界面活性剤：数百 ppm

硫黄系飽和有機化合物：数 ppm

その他の添加剤：数 ppm

ここで、高分子界面活性剤としては、ポリエチレングリコール（分子量約 3000）やポリプロピレングリコール（分子量 1000）が挙げられ、硫黄系飽和有機化合物として、SPS や MPS 等が挙げられる。また、その他の添加剤としては、N 系の高分子ポリマーポリジアルキルアミノエチルアクリレート 4 級塩、ポリジアリルジメチルアンモニウムクロライド、ポリエチ



レンイミン、ポリビニルピリジン４級塩、ポリビニルアミジン、ポリアリルアミンやポリアミンスルホンサン等が挙げられる。

また、この時、導電体層１５２とアノード９８との間に高い電流値の電圧を印加することで、めっき速度を高めることができる。この電流値は、一般的には、 $10 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$ であるが、 $20 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$ であることが好ましく、 $40 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$ であることが更に好ましい。

つまり、この例にあっては、高抵抗構造体１１０を基板Ｗの表面に接触することなく、 $0.5 \text{ mm} \sim 3 \text{ mm}$ 程度に近接した位置まで下降させ、めっき液室１００内を加圧して、めっき液室１００内のめっき液で基板Ｗと高抵抗構造体１１０との間をめっき液で満たす。しかる後、送液ポンプ１２８を駆動して、基板Ｗと高抵抗構造体１１０との間に、流速が、例えば $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ のめっき液の基板Ｗの全面に亘って一様な高速流れを形成し、同時にめっき電源１１４の陽極をカソード８８に、陰極をアノード９８にそれぞれ接続し、例えば $10 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$ の電流を流して、めっき処理を行う。

なお、図３５に示すように、例えば矩形状の基板Ｗにあっては、この基板Ｗの全面に亘って、一方向に向かって、互いに平行で一様なめっき液の高速流れを形成するようにしてもよい。

図３６は、本発明の他の実施の形態における電解めっき装置を示す。この電解めっき装置の図３２及び図３３に示す実施の形態の電解めっき装置と異なる点は、めっき液循環ライン４２６の内部にめっき液タンク１６（図１参照）を設置し、更にめっき液タンク１６を挟んだ上流側と下流側に送液ポンプ４２８ａ，４２８ｂをそれぞれ設置している点にある。これによって、送液ポンプ４２８ａ，４２８ｂの駆動に伴って、めっき液タンク１６内のめっき液は、基板Ｗと高抵抗構造体１１０とが対面する領域に供給され、この基板Ｗと高抵抗構造体１１０との間を、例えば $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ の流速で、基板Ｗの全面に亘って一様に高速で流れて、再びめっき液タンク１６に戻されるようになっている。

更に、この例では、前述のようにして循環させて使用されるめっき液中の

溶存気体を除去する脱気装置が備えられている。すなわち、めっき液タンク 1 6 には、循環ポンプ 1 4 1 の駆動に伴ってめっき液タンク 1 6 内のめっき液を循環させる補助循環系路 1 4 4 が付設され、この補助循環系路 1 4 4 内に脱気装置 1 4 6 が設置されている。このように、脱気装置 1 4 6 で脱気した後のめっき液を循環させてめっき処理に使用することで、めっき液中の溶存気体がめっき液の注入に伴って気泡となってめっき液中に混入し、めっき液中に残ってしまうことを防止することができる。

ここで、図 3 7 に示すように、複数のめっき液注入部 4 2 2 と複数のめっき液吸引部 4 2 4 を備え、これらのめっき液注入部 4 2 2 とめっき液吸引部 4 2 4 を、基板 W を挟んで互いに対向する位置に配置して、めっき液注入部 4 2 2 から同時に噴出されるめっき液が基板 W の表面に沿って一方向に向かって平行に一様に高速で流れて、めっき液吸引部 4 2 4 から吸引されて循環するようにしても良い。

なお、前述の図 2 4 に示す実施の形態において、高抵抗構造体 3 1 0 と基板 W との間に、例えば流速が  $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$  の基板 W の全面に亘って一様なめっき液の高速流れを形成するようにしてもよい。このことは、図 2 8 乃至図 3 1 に示す実施の形態にあっても、ほぼ同様である。

本発明の電解めっき装置によれば、例えば、開口幅または開口径が数十  $\mu\text{m}$  で、アスペクト比が 1 以上、更には 1.5 以上の配線用凹部（トレンチやビアホール）の内部に、内部にボイドを生じさせることなく、より高速、例えば従来の倍以上の速度で、銅をめっきで埋込むことができ、これによって、生産効率を高めることができる。

#### 実施例

開口径が  $40 \mu\text{m}$  でアスペクト比が 1.5 のビアホール（配線用凹部）を形成し、その全表面に導電体層としての銅シード層を形成した CSP 基板を用意した。そして、この基板の表面に、図 3 2 及び図 3 3 に示す電解めっき装置を使用し、下記の組成のめっき液を用いて、下記のめっき条件で銅めっきを施し、これによって、導電体層の表面に銅めっき膜を成膜して、ビアホールの内部への銅の埋込みを行った。

### めっき液組成

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} : 200 \text{ (g/L)}$

$\text{H}_2\text{SO}_4 : 10 \text{ (g/L)}$

$\text{Cl} : 60 \text{ ppm}$

$\text{PEG (分子量約3000)} : 200 \text{ ppm}$

$\text{SPS} : 5 \text{ ppm}$

ポリエチレンイミン : 1 ppm

### めっき条件

めっき液の流速 : 1 m/s

めっき電流 : 15 mA/cm<sup>2</sup>

めっき時間 : 3 時間

この結果、ビアホール内部は、ボイドのない銅で埋め込まれていたことが確認された。

以上、述べたように、本方法の適応はバンプの形成、配線など広範囲にわたる。

## 特許請求の範囲

### 1. 基板を保持する基板保持部と、

基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、

前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極との間に配置される高抵抗構造体と、

前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液を注入する電解液注入部と、

前記第1の電極と前記第2の電極との間に電圧を印加する電源を有することとを特徴とする電解処理装置。

2. 前記第2の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部は、前記電極ホルダを貫通して設けられていることを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

3. 前記第2の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部は、前記電極ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

4. 前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域に向けて空気を噴出する空気噴出部を更に有することを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

5. 前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域内を吸引する空気吸引部を更に有することを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

6. 前記高抵抗構造体は、上下動かつ傾動自在に構成され、前記高抵抗構造体を傾斜させ前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体とが最も近接する側から該基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体とが対向する領域に電解液を注入しつつ該高抵抗構造体を下降させながら水平状態に戻すことを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

7. 前記高抵抗構造体は、水平に保持されて上下動自在に構成され、前記基板保持部で水平保持した基板と前記高抵抗構造体とが対向する領域に電解液を注入しつつ該高抵抗構造体を下降させることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

8. 前記電解液注入部から注入される電解液中の溶存気体を除去する脱気装置を有することを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

9. 前記電解液注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

10. 前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の内部に多孔質材料が充填されていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

11. 前記電解液注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

12. 前記電解液注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

13. 前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記電解液注入部から電解液を注入することを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

14. 前記電解液注入部に、タイミングをずらして電解液を送液する複数台の送液ポンプを有することを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

15. 前記電解液注入部から電解液を0.1～10m/secの線速度で注入し、5秒以内に液張りを完了することを特徴とする請求項1記載の電解処理装置。

16. 基板を保持する基板保持部と、

基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、

前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極で挟まれた領域内に該基板の側方から電解液を注入する電解液注入部と、

前記第1の電極と前記第2の電極との間に電圧を印加する電源を有することを特徴とする電解処理装置。

17. 前記電解液注入部から注入される電解液中の溶存気体を除去する脱気装置を有することを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

18. 前記電解液注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

19. 前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の内部に多孔質材料が充填されていることを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

20. 前記電解液注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

21. 前記電解液注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

22. 前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記電解液注入部から電解液を注入することを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

23. 前記電解液注入部に、タイミングをずらして電解液を送液する複数台の送液ポンプを有することを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

24. 前記電解液注入部から電解液を $0.1 \sim 10 \text{ m/sec}$ の線速度で注入し、5秒以内に液張りを完了することを特徴とする請求項16記載の電解処理装置。

25. 基板を保持する基板保持部と、

基板と接触して基板の被処理面に通電させる第1の電極と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第2の電極と、

前記基板保持部で保持した基板と前記第2の電極との間に配置される高抵抗構造体と、

前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体に対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液注入部で電解液を注入し該領域内に注入した電解液を前記高抵抗構造体の側方から電解液吸引部で吸引して循環させる電

解液循環系と、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加する電源を有することとを特徴とする電解処理装置。

26. 前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、前記電極ホルダを貫通して設けられていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

27. 前記第 2 の電極と前記高抵抗構造体を保持する電極ホルダを有し、前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、前記電極ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

28. 前記電解液循環系には、循環する電解液中の溶存気体を除去する脱気装置が設けられていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

29. 前記電解液注入部及び／または前記電解液吸引部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

30. 前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の内部に多孔質材料が充填されていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

31. 前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項 25 記載の電解処理装置。

32. 前記電解液注入部と前記電解液吸引部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項



2 5 記載の電解処理装置。

3 3．基板を保持する基板保持部と、

基板と接触して基板の被処理面に通電させる第 1 の電極と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面に  
ほぼ平行に配置される第 2 の電極と、

前記基板保持部で保持した基板と前記第 2 の電極で挟まれた領域内に該基  
板の側方から電解液を電解液注入部で注入し該領域内に注入した電解液を基  
板の側方から電解液吸引部で吸引して循環させる電解液循環系と、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加する電源を有するこ  
とを特徴とする電解処理装置。

3 4．前記電解液循環系には、循環する電解液中の溶存気体を除去する脱気  
装置が設けられていることを特徴とする請求項 3 3 記載の電解処理装置。

3 5．前記電解液注入部及び／または前記電解液吸引部は、先端部がノズル  
形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項 3 3 記載  
の電解処理装置。

3 6．前記電解液注入部に逆止弁を設置するか、または前記電解液注入部の  
内部に多孔質材料が充填されていることを特徴とする請求項 3 3 記載の電解  
処理装置。

3 7．前記電解液注入部と前記電解液吸引部の少なくとも一方は、基板保持  
部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられているこ  
とを特徴とする請求項 3 3 記載の電解処理装置。

3 8．前記電解液注入部と前記電解液吸引部は、前記基板保持部で保持する  
基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項

３３記載の電解処理装置。

３９．基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、

前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部と、

前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に向けて空気を噴出する空気噴出部及び／または該領域内を吸引する空気吸引部を有することを特徴とする基板処理装置。

４０．基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、

前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部とを有し、

前記部材は、上下動かつ傾動自在に構成され、前記部材を傾斜させ前記基板保持部で保持した基板と前記部材とが最も近接する側から該基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に液体を注入しつつ該部材を下降させながら水平状態に戻すことを特徴とする基板処理装置。

４１．前記部材を保持する部材ホルダを有し、前記液体注入部は、前記部材ホルダを貫通して設けられているか、または前記部材ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項４０記載の基板処理装置。

４２．前記液体注入部から注入される液体中の溶存気体を除去する脱気装置を有することを特徴とする請求項４０記載の基板処理装置。

４３．前記液体注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成さ

れていることを特徴とする請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 4．前記液体注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 5．前記液体注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 6．前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記液体注入部から液体を注入することを特徴とする請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 7．前記液体注入部に、タイミングをずらして液体を送液する複数台の送液ポンプを有することを特徴とする請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 8．基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、

前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部とを有し、

前記部材は上下動自在に構成され、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域に液体を注入しつつ該部材を下降させることを特徴とする基板処理装置。

4 9．前記部材を保持する部材ホルダを有し、前記液体注入部は、前記部材ホルダを貫通して設けられているか、または前記部材ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項 4 8 記載の基板処理装置。

50. 前記液体注入部から注入される液体中の溶存気体を除去する脱気装置を有することを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

51. 前記液体注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

52. 前記液体注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

53. 前記液体注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

54. 前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記液体注入部から液体を注入することを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

55. 前記液体注入部に、タイミングをずらして液体を送液する複数台の送液ポンプを有することを特徴とする請求項48記載の基板処理装置。

56. 基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、

逆止弁を設置するか、または前記液体注入部の内部に多孔質材料が充填され、前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に該部材の側方から液体を注入する液体注入部を有することを特徴とする基板処理装置。

５７．前記部材を保持する部材ホルダを有し、前記液体注入部は、前記部材ホルダを貫通して設けられているか、または前記部材ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

５８．前記液体注入部から注入される液体中の溶存気体を除去する脱気装置を有することを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

５９．前記液体注入部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

６０．前記液体注入部は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

６１．前記液体注入部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

６２．前記基板保持部は回転自在に構成され、該基板保持部を基板と一体に回転させながら前記液体注入部から液体を注入することを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

６３．前記液体注入部に、タイミングをずらして液体を送液する複数台の送液ポンプを有することを特徴とする請求項５６記載の基板処理装置。

６４．基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される部材と、

前記基板保持部で保持した基板と前記部材が対向する領域内に、該部材の

側方から液体注入部を通して液体を注入し該部材の側方から液体吸引部を通して吸引して循環させる液体循環系を有することを特徴とする基板処理装置。

65. 前記部材を保持する部材ホルダを有し、前記液体注入部と前記液体吸引部の少なくとも一方は、前記部材ホルダを貫通して設けられているか、または前記部材ホルダの側方に配置されていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

66. 前記液体循環系には、循環する液体中の溶存気体を除去する脱気装置が設けられていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

67. 前記液体注入部及び／または前記液体吸引部は、先端部がノズル形状またはスリット形状に形成されていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

68. 前記液体注入部に逆止弁を設置するか、または前記液体注入部の内部に多孔質材料が充填されていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

69. 前記液体注入部と前記液体吸引部の少なくとも一方は、基板保持部で保持する基板の周縁部の円周方向に沿った位置に複数設けられていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

70. 前記液体注入部と前記液体吸引部は、前記基板保持部で保持する基板を挟んで互いに対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項64記載の基板処理装置。

71. 導電体層で被覆された配線用凹部を表面に有する基板の該表面とアノードとを互いに対面させて配置し、

前記基板と前記アノードとの間を、基板表面の全面に亘って一様な高速流れを有するめっき液で満たし、

前記基板と前記アノードとの間に電圧を印加して前記導電体層の表面にめっき膜を成膜することを特徴とするめっき方法。

72. めっき液の高速流れの流速は、 $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ であることを特徴とする請求項71記載のめっき方法。

73. 前記基板と前記アノードの間隔は、互いに接触することなく、かつ $10 \text{ mm}$ 以下であることを特徴とする請求項71記載のめっき方法。

74. 前記基板と前記アノードとの間に、高抵抗構造体が設けられていることを特徴とする請求項71記載のめっき方法。

75. 前記基板と前記高抵抗構造体の距離は、互いに接触することなく、かつ $10 \text{ mm}$ 以下であることを特徴とする請求項74記載のめっき方法。

76. 前記導電体層と前記アノードとの間に、電流値が $10 \sim 50 \text{ mA/cm}^2$ の電圧を印加することを特徴とする請求項71記載のめっき方法。

77. 前記配線用凹部は、開口幅または開口径が $10 \mu\text{m}$ 以上で、アスペクト比が1以上のトレンチ及び／またはビアホールからなることを特徴とする請求項71記載のめっき方法。

78. 導電体層で被覆された配線用凹部を表面に有する基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部で保持した基板の導電体層に接触して通電させるカソードを備えた電極部と、

前記基板保持部で保持した基板の表面と互いに対面した位置に配置される

アノードと、

前記アノードと前記基板保持部で保持した基板の表面との間にめっき液を注入しつつ排出して、基板表面の全面に亘るめっき液の一様な高速流れを形成するめっき液流形成部と、

前記カソードと前記アノードとの間に電圧を印加する電源とを備えたことを特徴とするめっき装置。

79. 前記めっき液流形成部には、前記アノードと前記基板保持部で保持した基板の表面との間に注入するめっき液の流量を制御する流量制御部が設けられていることを特徴とする請求項78記載のめっき装置。

80. 前記めっき液の一様な高速流れの流速は、 $0.5 \sim 10 \text{ m/sec}$ であることを特徴とする請求項78記載のめっき装置。

81. 前記基板と前記アノードとの間に、高抵抗構造体が設けられていることを特徴とする請求項78記載のめっき装置。

82. 前記配線用凹部は、開口幅または開口径が $10 \mu\text{m}$ 以上で、アスペクト比が1以上のトレンチ及び／またはビアホールであることを特徴とする請求項78記載のめっき装置。



## 開示の要約

本発明は、特に大面積の基板であっても、基板被処理面の全面に亘る電界分布をより均一にしたり、基板の被処理面に沿って流れるめっき液の該被処理面全面に亘る流速をより均一に制御したりして、例えばめっき膜の膜厚の面内均一性をより高めることができるようにした電解処理装置を提供する。本発明の電解処理装置は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被処理面に通電させる第１の電極と、前記基板保持部で保持した基板の被処理面に対面する位置に該被処理面にほぼ平行に配置される第２の電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記第２の電極との間に配置される高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板と前記高抵抗構造体が対向する領域内に該高抵抗構造体の側方から電解液を注入する電解液注入部と、前記第１の電極と前記第２の電極との間に電圧を印加する電源を有する。